Québec

Note de recherche forestière n° 103

Accroissement et régénération des prucheraies dix ans après une coupe de jardinage dans une aire d'hivernage de cerf de Virginie

Steve Bédard[1] et Zoran Majcen[1], en collaboration avec Laurier Groleau[1], Pierrot Boulay[1] et Jocelyn Hamel[1]

F.D.C. 243 : 136(047.3)(714)
L.C. SD 397 E27

Résumé

Dans le but de favoriser la régénération de la pruche et de conserver un couvert adéquat pour le cerf de Virginie, nous avons effectué une coupe de jardinage dans des prucheraies près de Mont-Laurier (Québec). Le dispositif est composé de quatre unités de 1 ha, dont trois traitées par une coupe de jardinage et une unité témoin (aucune intervention). Les intensités de coupe sont de 23, 29 et 30 % avec des surfaces terrières résiduelles respectives de 26,8 m²/ha, 30,7 m²/ha et 28,2 m²/ha. Le témoin a une surface terrière de 34,6 m²/ha. L'accroissement annuel net en surface terrière du témoin est de 0,19 m²/ha et pour les unités traitées, respectivement de 0,11 m²/ha, 0,27 m²/ha et 0,27 m²/ha. Seule l'unité coupée à 23 % présente une croissance inférieure à celle du témoin, due à un chablis partiel qui a suivi la coupe en 1990. Les résultats concernant la régénération montrent que la pruche s'est régénérée immédiatement après la coupe mais que 10 ans plus tard, cette régénération ne s'est pas développée, à l'exception d'une unité qui a été protégée contre le cerf de Virginie par une clôture cinq ans après la coupe. Les résultats montrent que les espèces feuillues commerciales et non commerciales tendent à envahir les strates inférieures après la coupe.

Mots-clés : prucheraie, *Tsuga canadensis*, coupe de jardinage, accroissement en surface terrière, aire d'hivernage du cerf de Virginie, régénération de la pruche.

Abstract

Increment and regeneration of hemlock stands ten years after selection cutting in a while-tailed deer wintering area. *Four 1 ha units were installed in eastern hemlock stands near Mont-Laurier (Quebec), of which three were subjected to selection cutting, with the objective of regenerating eastern hemlock while maintaining an appropriate winter cover for deer. The fourth unit was left untouched. Basal area removal in the logged units was 23, 29, and 30 % respectively, which resulted in residual basal areas (trees 1 cm dbh and over) of 26.8, 30.7, and 28.2 m²/ha, as compared to 34.4 m²/ha in the control. In the latter, current net annual basal area increment over ten years was 0.19 m²/ha. In the treated units, basal area increments were 0.11, 0.27 and 0.27 m²/ha respectively. Current annual net increment was less than that of the control only on the logged unit where removal was 23 % and this was the result of a partial windthrow that occurred in that unit after logging in 1990. Eastern hemlock seedlings appeared in large amounts immediately after logging, only to disappear in the following years. The only exception occurred in one unit where deer were fenced-out five years after logging. However, hardwood tree species, both commercial and non-commercial, invaded the understory after logging.*

Key words : eastern hemlock stand, Tsuga canadensis, *selection cutting, basal area increment, deer wintering area, regeneration.*

[1] Direction de la recherche forestière, **Forêt Québec**.

Direction de la recherche forestière
2700, rue Einstein
SAINTE-FOY (Québec) G1P 3W8 Canada

Téléphone : (418) 643-7994
Télécopieur : (418) 643-2165
Courriel : rech.for@mrn.gouv.qc.ca

Introduction

Dans le Québec méridional, les prucheraies se rencontrent en mosaïque de peuplements de petites superficies à l'intérieur de la forêt feuillue. Dans l'ouest québécois, les peuplements à dominance de pruche se développent sur des dépôts minces et extrêmement pierreux où la compétition exercée par les essences feuillues plus exigeantes (érable à sucre, bouleau jaune) est considérablement affaiblie. Par leur position sur les habitats fragiles, les prucheraies jouent un rôle protecteur primordial. Les peuplements denses de pruche sont reconnus comme des abris hivernaux convoités par la faune dont le cerf de Virginie. La pruche (*Tsuga canadensis* [L.] Carr.) est également utilisée pour la production de matière ligneuse (sciage et pâte à papier) même si les volumes actuellement récoltés sont faibles. Jadis, on utilisait également l'écorce de la pruche comme source de tanin pour l'industrie du cuir (Burnes et Honkala 1990).

La pruche est une espèce qui tolère bien l'ombre. Elle peut se régénérer sous un couvert dense et y demeurer pendant plusieurs années tout en conservant sa capacité de réaction à une ouverture (Lancaster 1985). Malgré ces caractéristiques, on observe généralement peu de petites tiges en régénération dans les prucheraies. Ce problème peut s'expliquer en partie par le besoin constant que manifeste la pruche de demeurer en contact avec l'humidité pendant sa germination et les premières années de son développement (Coffman 1978, Hix et Barnes 1984, Mladenoff et Stearns 1993). Plusieurs auteurs suggèrent également que le broutage par le cerf de Virginie est un facteur important qui peut limiter sa régénération (Frelich et Lorimer 1985, Anderson et Katz 1993, Kittredge et Ashton 1995). Au point de vue sylvicole, les coupes progressives et les coupes de jardinage sont généralement recommandées pour régénérer la pruche (Anderson et Gordon 1994, Lancaster 1985). Cependant, lorsque l'objectif est de maintenir l'habitat d'hivernage du cerf de Virginie, seule la coupe de jardinage permet le maintient d'un couvert adéquat.

La présente étude est une contribution à une meilleure connaissance de l'aspect sylvicole des prucheraies. Les principaux objectifs en sont de 1) étudier l'accroissement des tiges à la suite de coupes de jardinage, 2) étudier le développement de la régénération après le traitement et 3) étudier l'impact du broutage par le cerf de Virginie sur la régénération de la pruche et des autres essences.

Matériel et méthode

L'étude a été réalisée à une quarantaine de kilomètres au sud-ouest de Mont-Laurier, près du lac des Trente et Un Milles, par 46° 16' de latitude nord et 75° 45' de longitude ouest. Ce secteur fait partie du domaine climacique de l'érablière à bouleau jaune de Grandtner (1966) et du domaine de l'érablière à bouleau jaune et tilleul de Thibault (1985). D'après le Programme climatologique canadien (1993), la température annuelle moyenne de Mont-Laurier est de 3,4 °C et les précipitations annuelles moyennes, de 1 002 mm. Les peuplements étudiés sont situés sur des buttes à surface irrégulière occupées par des tills minces extrêmement pierreux et bien drainés. Les dépôts meubles se trouvent généralement dans des poches séparées par des affleurements rocheux. D'après Majcen et Richard (1992a), les sols sont composés d'un complexe de podzols humo-ferriques ou ferro-humiques mêlés de régosols et de folisols. L'humus est un mor ou un moder extrêmement acide (pH 2,6 à 4). Les prucheraies étudiées font partie de l'association *Betulo luteae-Tsugetum canadensis* (Brown 1981). Le secteur du lac des Trente et Un Milles est reconnu depuis plusieurs années comme une aire d'hivernage importante du cerf de Virginie (Huot 1974) et on y dénombre aujourd'hui près de 10 cerfs par km² (Michel Chalifoux, communication personnelle).

Le dispositif expérimental a été établi en 1989 et est subdivisé en quatre unités de coupe de forme carrée de 100 m de côté, dont trois traitées par des coupes de jardinage et un témoin.. Afin d'éviter l'effet de bordure, une bande de protection d'une largeur de 25 mètres a été conservée autour des unités ; cette bande a subi le même traitement que l'unité qu'elle entoure. Dans le but d'en connaître la structure, la surface terrière et le volume total de chaque unité, toutes les tiges de 9,1 cm et plus à 1,30 m du plus haut niveau du sol (dhp), ont été mesurés à l'aide d'un compas forestier sur une superficie de 1 ha. Cette mesure a été réalisée avant la coupe, immédiatement après celle-ci et ensuite dix ans après. De plus, dans le but de suivre précisément l'accroissement périodique, les arbres de 9,1 cm de dhp ont également été mesurés au galon circonférenciel sur une superficie de 0,5 ha située du côté nord des unités. Cette mesure a également été réalisée immédiatement après la coupe, cinq ans et dix ans plus tard. Les gaules (tiges de 1,1 à 9,0 cm de dhp) ont été mesurées et dénombrées à l'aide du compas forestier par classe de 2 cm avant la coupe, immédiatement après et 10 ans plus tard sur la moitié nord des unités (0,5 ha).

Dans chacune des unités, cinq placettes de 4 m² (1 m sur 4) ont été établies systématiquement dans le but de suivre le développement de la régénération. Comme dans le cas des arbres de dimensions commerciales et des gaules, le mesurage de ces placettes a été réalisé avant la coupe, immédiatement après, puis cinq et dix ans après. Les données recueillies à l'intérieur des placettes de régénération concernent les semis des espèces ligneuses et leur lieu d'enracinement. Les classes de développement en hauteur reconnues sont les suivantes : < 20 cm, entre 20 et 50 cm, > 50 cm. Pour les tiges de plus grandes dimensions, deux catégories ont été considérées, celles ayant un dhp ≤ 1 cm et celles de dhp > 1 cm.

En 1993, des placettes supplémentaires ont été ajoutées au dispositif original afin de pouvoir évaluer l'impact du broutage de la régénération par le cerf de Virginie. Une surface de 25 m sur 50, située dans la bande de protection entre les unités 1 et 2, a été délimitée par une clôture afin d'exclure les cerfs. Au total, 10 placettes de régénération de 1 m sur 4 ont été installées, cinq à l'intérieur de la surface clôturée et cinq à l'extérieur. Les semis de toutes les espèces ligneuses ont été dénombrées à l'intérieur de ces placettes en 1993 et cinq ans plus tard, en utilisant les classes définies au paragraphe précédent.

Résultats

Mesures avant et après la coupe

Le tableau 1 présente les surfaces terrières et les volumes marchands, par unité, avant et immédiatement après la coupe ainsi que la proportion des essences principales. Dans toutes les unités les surfaces terrières sont très élevées (34,6 à 42,7 m²/ha). Le volume marchand est également très élevé puisqu'il varie de 262,1 à 342,6 m³/ha. Comme la pruche forme des peuplements sur des dépôts extrêmement pierreux et bien drainés, le terrain irrégulier et les conditions d'habitat changeant sur des petites surfaces sont à l'origine de la variation de la composition en essences des peuplements étudiés. La proportion des peuplements formée par la pruche varie de 46,3 à 71,4 % et plusieurs autres essences apparaissent en nombre variable en fonction du micro-relief : le pin blanc et le pin rouge se rencontrent sur les buttes très sèches et sur les affleurements rocheux, le bouleau jaune, l'érable à sucre et le tilleul sur les poches de sol plus profond tandis que le thuya est mêlé intimement aux pruches.

Dans le but de préserver un abri hivernal adéquat pour le cerf de Virginie, les coupes de jardinage au lac des Trente et Un Milles ont été réalisées par pied d'arbre et avec des intensités ne dépassant pas 30 % de la surface terrière initiale dans les trois unités. Le prélèvement d'intensité modérée de 29 et 30 % a été appliqué respectivement dans deux unités (1 et 2). La composition en essences de ces deux unités diffère et la proportion de pruche est plus importante dans l'unité 2. L'unité 3 a été traité par un prélèvement d'intensité légère de 23 % afin de conserver un couvert adéquat pour le cerf de Virginie. Après la coupe toutefois, les surfaces terrières des unités traités sont semblables puisqu'elles varient de 26,8 à 30,7 m²/ha.

La composition en essences a été quelque peu modifiée par la coupe. La pruche a été favorisée dans les unités 1 et 2 et dans l'unité 3, la pruche a légèrement diminué. La distribution des tiges en fonction des classes de diamètre est très variable selon le peuplement (Majcen et Richard, 1992a). On peut généralement distinguer trois formes de courbe : en forme de J inversé, en forme de cloche et intermédiaire entre les deux premières. D'après les graphiques et les tableaux de l'ouvrage déjà cité, les prucheraies du lac des Trente et Un Milles se caractérisent par une distribution des tiges en forme de cloche étirée avec un diamètre moyen se situant entre 30 et 36 cm. La pruche forme des peuplements inéquiennes avec une grande variabilité de l'âge pour les mêmes classes de diamètre (Majcen et Richard 1992a). L'âge des pruches varie de 100 à 210 ans au lac des Trente et Un Milles mais la majorité des pruches ont entre 125 et 165 ans (Majcen et Richard 1992a).

Accroissement

Le tableau 2 présente les moyennes des accroissements annuels périodiques en surface terrière ainsi que les taux d'accroissement correspondants par rapport à la surface terrière résiduelle. L'analyse de la variance n'a pu être utilisée pour comparer les traitements puisque il n'y a pas de répétition pour le traitement témoin (aucune intervention) Il faut noter que la surface terrière résiduelle diffère quelque peu de celle qu'on présente au tableau 1 puisqu'il s'agit ici des mesures réalisées sur la moitié des unités (0,5 ha) pour les tiges de 9,1 cm et plus de dhp. Les termes utilisés se définissent comme suit :

- tiges survivantes : tiges de 9,1 cm et plus de dhp et vivantes au début et à la fin de la période de 10 ans ;
- recrues : tiges ayant atteint 9,1 cm et plus de DHP entre le début et la fin de la période de 10 ans ;
- mortalité : tiges présentes et vivantes à la première mesure et mortes après 10 ans ;
- accroissement brut : accroissement en surface terrière des survivants et des recrues ;
- accroissement net : accroissement en surface terrière des survivants et des recrues moins la mortalité.

Les résultats présentés peuvent se résumer aux points suivants.

La surface terrière de l'unité 1 n'était que légèrement supérieure à celle de l'unité 3 avant et après la coupe. Malgré le peu de différence entre ces deux unités, l'accroissement annuel moyen des tiges survivantes est supérieur dans l'unité 1 où il atteint 0,54 m²/ha, comparativement à 0,45 m²/ha dans l'unité 3. L'accroissement est à peu près identique entre l'unité 2 (0,51 m²/ha) et le témoin (0,50 m²/ha) dans lequel les surfaces terrières initiales étaient très élevées (34,6 et 36,7 m²/ha respectivement). Les différences entre les unités sont plus perceptibles lorsqu'on utilise le taux d'accroissement, qui est inférieur dans le témoin comparativement aux unités traitées. Les taux d'accroissement des prucheraies du lac des Trente et Un Milles sont inférieurs à ceux des érablières des secteurs avoisinants, dans lesquelles l'accroissement moyen est presque aussi élevé que dans les prucheraies mais avec une surface terrière beaucoup plus faible (Majcen 1997). La moyenne annuelle des accroissements quinquennaux dans ces mêmes prucheraies était presque identique à celle qu'on voit ici, selon les résultats de Majcen (1995). En effet, les résultats après cinq ans étaient de 0,53 m²/ha dans les unités 1 et 2, de 0,46 m²/ha dans l'unité 3 et de 0,52 m²/ha dans le témoin. L'entrée des recrues est minime surtout si on la compare à celle des érablières. L'accroissement annuel brut est aussi identique ou à peine plus élevé que celui des tiges survivantes.

Liste des abréviations utilisées dans les figures et les tableaux

Espèces commerciales		Espèces non commerciales	
Boj	Bouleau jaune	Ame	Amélanchiers
Bop	Bouleau à papier	Cep	Cerisier de Pennsylvanie
Err	Érable rouge	Chc	Chèvrefeuille du Canada
Ers	Érable à sucre	Coc	Noisetier
Frn	Frêne noir	Ere	Érable à épis
Heg	Hêtre à grandes feuilles	Erp	Érable de Pennsylvanie
Osv	Ostryer de Virginie	Roo	Ronce occidentale
Peg	Peuplier à grandes dents	Rui	Framboisier
Pet	Peuplier faux-tremble	Sup	Sureau pubescent
Pib	Pin blanc	Vaa	Airelle à feuilles étroites
Pir	Pin rouge	Via	Viorne à feuilles d'aulne
Prc	Pruche du Canada		
Sab	Sapin baumier	Anco	Autres espèces non commerciales
Tia	Tilleul d'Amérique		
Tho	Thuya occidental		
Aco	Autres espèces commerciales		
Rés.	Autres résineux		
Feu	Autres feuillus		

Tableau 1. Surface terrière et volume marchand avant et après le traitement pour les quatre unités étudiés selon les mesures prises au compas forestier

Unité	Surface terrière DHP> 1cm (m^2/ha)	Intensité de la coupe %	Volume total m^3/ha	Volume marchand brut des essences principales %							
				Prc	Boj	Tia	Ers	Tho	Pib	Bop	Autres[1]
Témoin											
Avant	34,6	—	262,1	60,6	2,2	3,7	1,2	6,9	4,9	1,5	18,9
1											
Avant	38,5		312,2	48,5	1,6	10,3	18,0	9,5	6,6	2,9	2,6
Après	26,8	30	214,5	56,8	1,3	7,5	12,9	9,0	7,5	1,5	3,6
2											
Avant	42,7		342,6	67,1	2,7	5,9	8,8	5,7	5,1	4,6	—
Après	30,7	29	238,1	71,4	2,6	5,7	8,2	5,9	4,7	1,4	0,1
3											
Avant	36,7		286,9	48,8	1,3	0,2	0,3	12,6	27,0	3,6	6,2
Après	28,2	23	216,4	46,3	0,9	0,2	0,3	15,7	27,4	2,4	6,6

[1] Répartition (%) des autres essences :

Avant le traitement :
- Témoin : Peg (8,9 %), Err (5,8 %), Pir (1,9 %), Epb (1,1 %), Frn(0,6 %), Sab (0,2 %), .Epr (0,2 %), Osv (0,2 %).
- Unité 1 : Pir (1,4 %), Epb (0,8 %), Peg (0,2 %), Osv (0,1 %).
- Unité 3 : Err (2,9 %), Epb (2,2 %), Peg (0,5 %), Sab (0,4 %), Pir (0,2 %)

Après le traitement :
- Unité 1 : Pir (2 %), Epb (1,2 %), Peg (0,3 %), Osv (0,1 %).
- Unité 2 : Err (0,1 %).
- Unité 3 : Err (3,4 %), Epb (2,1 %), Peg (0,4 %), Pir (0,3 %), Sab (0,1 %)

Tableau 2. Moyennes des accroissements et des taux accroissement annuel périodique(10 ans après la coupe) par bloc pour les principales essences. Mesures prises au galon circonférentiel

Unité	Essence	Surface terrière	Accroissement des tiges survivantes		Accroissement des tiges recrues		Accroissement brut		Mortalité		Accroissement net	
		m²/ha	m²/ha	%	m²/ha	%	m²/ha	%	m²/ha	%	m²/ha	%
Témoin	Prc	19,9	0,28	1,41	--	0,01	0,28	1,42	0,06	0,30	0,22	1,12
	Rés.[1]	5,5	0,06	1,11	--	0,05	0,06	1,16	0,03	0,52	0,04	0,64
	Feu.[2]	10,8	0,16	1,44	0,01	0,08	0,16	1,52	0,23	2,16	-0,07	-0,64
	Total	36,2	0,50	1,37	0,02	0,04	0,51	1,41	0,32	0,89	0,19	0,52
1	Prc	17,7	0,33	1,85	--	--	0,33	1,85	0,14	0,79	0,19	1,06
	Ers	4,6	0,12	2,56	0,01	0,12	0,12	2,68	0,01	0,17	0,12	2,51
	Tia	2,6	0,06	2,29	--	--	0,06	2,29	0,04	1,59	0,02	0,70
	Rés.[3]	1,1	0,01	1,16	--	0,18	0,01	1,35	0,06	5,64	-0,05	-4,29
	Feu.[4]	1,2	0,02	1,65	--	--	0,02	1,65	0,03	2,30	-0,01	-0,65
	Total	27,2	0,54	1,98	0,01	0,03	0,54	2,00	0,28	1,03	0,27	0,98
2	Prc	26,8	0,41	1,52	--	0,02	0,41	1,54	0,12	0,44	0,29	1,10
	Rés.[5]	4,5	0,05	1,22	--	--	0,05	1,22	0,06	1,31	--	-0,09
	Feu.[6]	2,9	0,04	1,47	--	--	0,04	1,47	0,06	2,11	-0,02	-0,64
	Total	34,2	0,51	1,48	--	0,01	0,51	1,49	0,24	0,70	0,27	0,80
3	Prc	15,9	0,25	1,56	--	--	0,25	1,56	0,21	1,32	0,04	0,23
	Pib	3,8	0,08	2,08	--	--	0,08	2,08	0,02	0,61	0,06	1,47
	Tho	3,0	0,04	1,29	--	--	0,04	1,29	0,08	2,57	-0,04	-1,28
	Rés.[7]	0,5	--	0,60	--	--	--	0,60	0,01	2,04	-0,01	-1,44
	Feu.[8]	2,6	0,09	3,28	0,01	0,32	0,09	3,60	0,03	1,05	0,07	2,55
	Total	25,8	0,45	1,76	0,01	0,03	0,46	1,79	0,35	1,35	0,11	0,44

[1] Epb, Epr, Pib, Pir, Sab, Tho. [2] Boj, Bop, Err, Ers, Heg, Osv, Peg, Tia. [3] Epb, Pib, Tho.
[4] Boj, Bop, Osv, Peg. [5] Pib, Tho. [6] Boj, Bop, Ers, Ora, Tia. [7] Epb. [8] Boj, Bop, Ers, Heg, Osv, Peg, Tia.

La mortalité est assez élevée dans toutes les unités. Elle est la plus élevée dans l'unité 3 (0,35 m²/ha ou 1,35 %) où plusieurs arbres, y compris quelques grosses pruches, ont été renversés par le vent. Le taux de mortalité observé ici se compare aux résultats de RUNKLE (1990) et à ceux de TYRRELL et CROW (1994) dans des prucheraies ayant une composition en essences semblable à celles du lac des Trente et Un Milles. RUNKEL a noté un taux de mortalité de 0,93 % pour toutes les essences, 0,58 % pour la pruche et 0,08 % pour l'érable à sucre dans un dispositif où aucun traitement n'a été appliqué. Les résultats obtenus par TYRRELL et CROW sont semblables puisqu'ils obtiennent un taux de mortalité de 0,9 % pour toutes les essences et de 0,3 % pour la pruche dans un peuplement n'ayant également subi aucun traitement.

L'accroissement net dans les unités 1 et 2 est de 0,27 m²/ha ; dans l'unité 3, il n'est que de 0,11 m²/ha comparativement à 0,19 m²/ha dans le témoin. Les taux d'accroissement net sont respectivement de 0,98 %, 0,80 % et 0,44 % dans les unités traitées et de 0,52 % dans le témoin. Par comparaison, RUNKLE (1990) a obtenu un taux d'accroissement de 0,57 %.

Tableau 3. Accroissement annuel moyen en diamètre (mm) en fonction du dhp et de l'essence

Unité	Essence	Surface terrière m²/ha	Classe de dhp (cm)				
			10-18	20-28	30-38	40-48	50 et +
Témoin	Prc	19,9	0,61	1,40	2,40	3,24	3,00
	Rés.[1]	5,5	0,37	0,88	1,77	2,00	5,15
	Feu.[2]	10,8	2,00	2,29	2,20	3,40	2,30
	Total	36,2					
1	Prc	17,7	1,97	2,38	3,26	3,51	-
	Ers	4,6	3,58	3,89	3,49	3,10	3,80
	Tia	2,6	3,75	-	3,60	5,74	6,00
	Rés.[3]	1,1	1,30	2,40	5,00	-	-
	Feu.[4]	1,2	2,00	2,33	8,40	1,00	-
	Total	27,2					
2	Prc	26,8	1,57	1,80	2,47	3,44	-
	Rés.[5]	4,5	1,40	1,59	2,30	2,97	-
	Feu.[6]	2,9	3,55	1,55	3,13	4,70	-
	Total	34,2					
3	Prc	15,9	0,68	2,25	2,72	3,73	-
	Pib	3,8	-	-	4,08	3,86	-
	Tho	3,0	1,36	2,29	3,02	2,50	-
	Rés.[7]	0,5	0,82	1,35	-	-	-
	Feu.[8]	2,6	2,54	4,02	4,73	3,30	-
	Total	25,8					

[1] Epb, Epr, Pib, Pir, Sab, Tho.
[2] Boj, Bop, Err, Ers, Heg, Osv, Peg, Tia.
[3] Epb, Pib, Tho.
[4] Boj, Bop, Osv, Peg.
[5] Pib, Tho.
[6] Boj, Bop, Ers, Ora, Tia.
[7] Epb.
[8] Boj, Bop, Ers, Heg, Osv, Peg, Tia.

Le tableau 3 présente les résultats des accroissements annuels en diamètre regroupés par classe de 10 cm. Ces résultats montrent que l'accroissement en diamètre s'est accru après la coupe pour toutes les essences comparativement au témoin. Les différences entre les unités traitées et le témoin sont surtout visibles entre 10 et 28 cm de diamètre, ce qui est aussi fréquent dans les érablières (Majcen et Richard 1992b et Majcen 1997). Les cimes de ces arbres, souvent en sous-étage avant la coupe, reçoivent plus de lumière après l'abattage des arbres voisins. On peut observer que les feuillus s'accroissent toujours mieux que les résineux dans les petits diamètres. Dans les gros diamètres, l'accroissement de la pruche s'approche de celui des feuillus ou le dépasse. Entre 40 et 48 cm de diamètre, l'accroissement annuel moyen de la pruche se situe entre 3,24 et 3,73 mm, ce qui se compare assez bien à l'accroissement de l'érable à sucre sur des sites plus riches où il atteint 3,40 à 4,40 mm (Majcen 1997).

Le tableau 4 résume le développement des gaules au cours de la décennie. Il est remarquable que le nombre de tiges de pruche soit aussi faible dans tous les unités étant donné sa prédominance dans la strate arborée. Cependant, la pruche étant au départ pratiquement absente des classes de grands semis, il n'y a eu aucun recrutement après dix ans. La situation est semblable dans le cas du bouleau jaune, mais c'est l'érable à sucre qui a profité le plus du traitement, tout particulièrement dans les unités 1 et 2 où cette espèce était plus abondante dans les étages dominants. Les ouvertures créées par la coupe ont favorisé aussi les espèces non commerciales, presque exclusivement l'érable de Pennsylvanie et l'érable à épis. Malgré le broutage intensif par le cerf de Virginie, on dénombre entre 572 et 766 gaules par ha d'essences non commerciales dans les unités traitées. On peut expliquer ce résultat par l'accumulation de la neige dans les trouées créées par la coupe, qui empêcherait le cerf de venir y circuler et de brouter les petites tiges.

Régénération

Les résultats de l'étude de la régénération sont présentés aux figures 1 et 2. Le nombre de semis est exprimé en milliers sur l'axe des ordonnées selon trois classes de hauteur : < 20 cm, 20 à 50 cm et > 50 cm: on trouve sur l'axe des abscisses les années de mesure et les espèces. Pour chacune des unités, nous présentons trois graphiques sur une même colonne ; les deux premiers montrent les résultats concernant les espèces commerciales et le dernier, au bas de la page, les résultats pour les espèces non commerciales. Les chiffres placés au-dessus des colonnes indiquent le nombre de placettes dans lesquelles au moins un semis de l'espèce donnée est observé (coefficient de distribution).

Dans le témoin, on observe que les semis d'érable rouge fluctuent en nombre au cours des années et sont en majorité confinés à la classe < 20 cm. Le nombre maximum atteint est 75 500 semis/ha en 1994. Cependant, ce nombre important de tiges d'érable rouge par rapport aux autres espèces est temporaire puisqu'on ne trouve plus que 11 500 semis/ha en 1999. La pruche diminue au cours des années, passant de 3 000 à 500 semis/ha. Le nombre de semis des autres conifères (principalement le sapin baumier) diminue légèrement, passant de 3 500 à 2 000/ha. On remarque que cette baisse se produit entre 1994 et 1999 dans la classe 20 à 50 cm exclusivement. Le nombre de semis d'érable à sucre atteint un maximum en 1999 après avoir connu une baisse en 1994 : on dénombre en 1999 10 500 semis/ha, majoritairement dans la classe < 20 cm. Les autres feuillus commerciaux comptent 2 500 semis/ha en 1999, ce qui constitue une nette diminution par rapport à 1994 où ils étaient plus nombreux que l'érable à sucre. On constate également que la majorité des semis font partie de la classe < 20 cm. Parmi les espèces non commerciales, l'érable de Pennsylvanie a diminué en 1999 après avoir connu une augmentation en 1994: on compte en 1999 plus de 15 000 semis par hectare pour cette espèce et seulement 1 000 semis pour les autres espèces non commerciales.

Dans les unités traitées, l'érable à sucre est l'espèce la plus abondante dans les unités 1 et 2. La coupe a stimulé son développement et le nombre de ses semis a presque triplé en 1990 dans l'unité 1 et 2. En 1999, on observe qu'une bonne proportion des semis d'érable à sucre se retrouve dans les classes de 20 cm et plus. Dans l'unité 3, l'érable rouge a été favorisé par la coupe et le nombre de ses semis a plus que doublé de 1989 à 1990. Par la suite, on remarque une certaine stabilisation du nombre de semis de cette espèce autour de 40 000/ha, la majorité dans la classe < 20 cm. Le nombre de semis de pruche a augmenté après le traitement en 1990 ; il faut cependant constater leur très faible taux de survie. Il ne subsiste que 500 semis/ha dans le unité 1 et aucun semis dans les deux autres unités en 1999 alors que leur nombre variait selon les unités de 69 500 à 126 500/ha après la coupe en 1990. Il faut noter que la majorité des semis dénombrés après la coupe faisaient partie de la classe des cotylédons, ce qui peut expliquer le faible taux de survie de la pruche puisqu'à ce stade elle est très sensible aux températures élevées et à la sécheresse de la surface du sol (Burns et Honkala 1990, Kotar 1996). Le bouleau jaune semble avoir subi le même sort dans les unités 1 et 2, probablement pour les mêmes raisons. Cette espèce demande des conditions semblable à celles que réclame la pruche pour assurer sa survie. Dans l'unité 3, le nombre de semis de bouleau jaune a dramatiquement chuté en 1994 ; on en trouve 44 500 en 1999 mais dans une seule placette sur cinq. Le nombre de semis des autres conifères et des autres feuillus demeure faible par rapport aux autres espèces commerciales dans les trois unités traitées. Parmi les espèces non commerciales les plus importantes, on retrouve en quantité variable l'érable à épis, l'érable de Pennsylvanie et le framboisier ; le nombre de semis de ces espèces est généralement inférieur à 20 000/ha.

Ces résultats montrent une tendance à l'envahissement par les feuillus et les espèces non commerciales autant dans le témoin que dans les unités traitées. La pruche se retrouve en petit nombre en 1999 dans seulement deux unités sur quatre et est complètement absente dans les autres. Ce problème de régénération de la pruche peut

Tableau 4. Développement des gaules par espèces. Nombres de tiges de 1,1 à 9,0 cm de dhp à l'hectare

Espèce	Année de mesurage	Unité			
		Témoin	1	2	3
Pru	1989	8	4	18	--
	1999	6	2	12	--
Boj	1989	54	8	--	48
	1999	46	32	4	48
Ers	1989	8	32	6	12
	1999	4	562	338	20
Osv	1989	118	4	--	6
	1999	82	106	18	6
Aco*	1989	204	2	2	116
	1999	90	36	32	172
Total commerciales	1989	392	50	26	182
	1999	228	738	404	246
Erp	1989	386	2	--	90
	1999	62	440	210	752
Ere	1989	30	--	12	10
	1999	6	132	472	12
Anco**	1989	--	--	--	2
	1999	2	--	--	2
Total non commerciales	1989	416	2	12	102
	1999	70	572	682	766

Aco*:
Témoin Tho, Peg, Err, Pib, Tia, Pir, Bop, Epb, Frn, Sab, Heg.
Unité 1 Tia, Pib, Pir, Bop, Epb, Peg, Heg.
Unité 2 Tia, Tho, Pib, Bop, Err, Ora, Epb.
Unité 3 Pib, Tho, Err, Bop, Epb, Peg, Pir, Tia, Sab, Heg.
Anco**:
Témoin Ame.
Unité 3 Cep.

s'expliquer par son faible taux de germination, ses exigences de sol très spécifiques (épaisseur de la litière, température, humidité) et la compétition exercée par les autres espèces. Cependant, le broutage préférentiel de la pruche par le cerf de Virginie nous apparaît être un facteur important dans cette expérience et ce phénomène est bien documenté (Freuch et Lorimer 1985, Anderson et Katz 1993 et Kitteridge et Ashton 1995). Afin de vérifier cette hypothèse, nous avons installé une clôture pour protéger une superficie de 25 m sur 50 et y étudier le développement de la régénération.

Impact du broutage par le cerf de Virginie

La figure 3 présente les résultats obtenus dans l'unité protégée (entourée d'une clôture) et l'unité non protégée. Dans la première, le nombre de semis de pruche a diminué de 30 % (74 000 semis/ha à 51 500 semis/ha) et le coefficient de distribution est demeuré le même tandis que dans l'unité non protégée, le nombre de semis de pruche a diminué dramatiquement (21 000 semis/ha à 500) et le coefficient de distribution est passé de 4 à 1. Dans l'unité protégée, nous constatons qu'en 1999, le tiers des semis de pruche est dans la classe de 20 à 50 cm. Il semble donc y avoir un développement en hauteur pour un certain nombre de semis. Les autres espèces ont toutes diminué dans les deux unités bien qu'en proportion,, cette diminution soit plus forte dans l'unité non protégée. Dans les deux unités, l'érable à sucre demeure l'espèce feuillue la plus abondante et le nombre total de semis en 1999 est presque

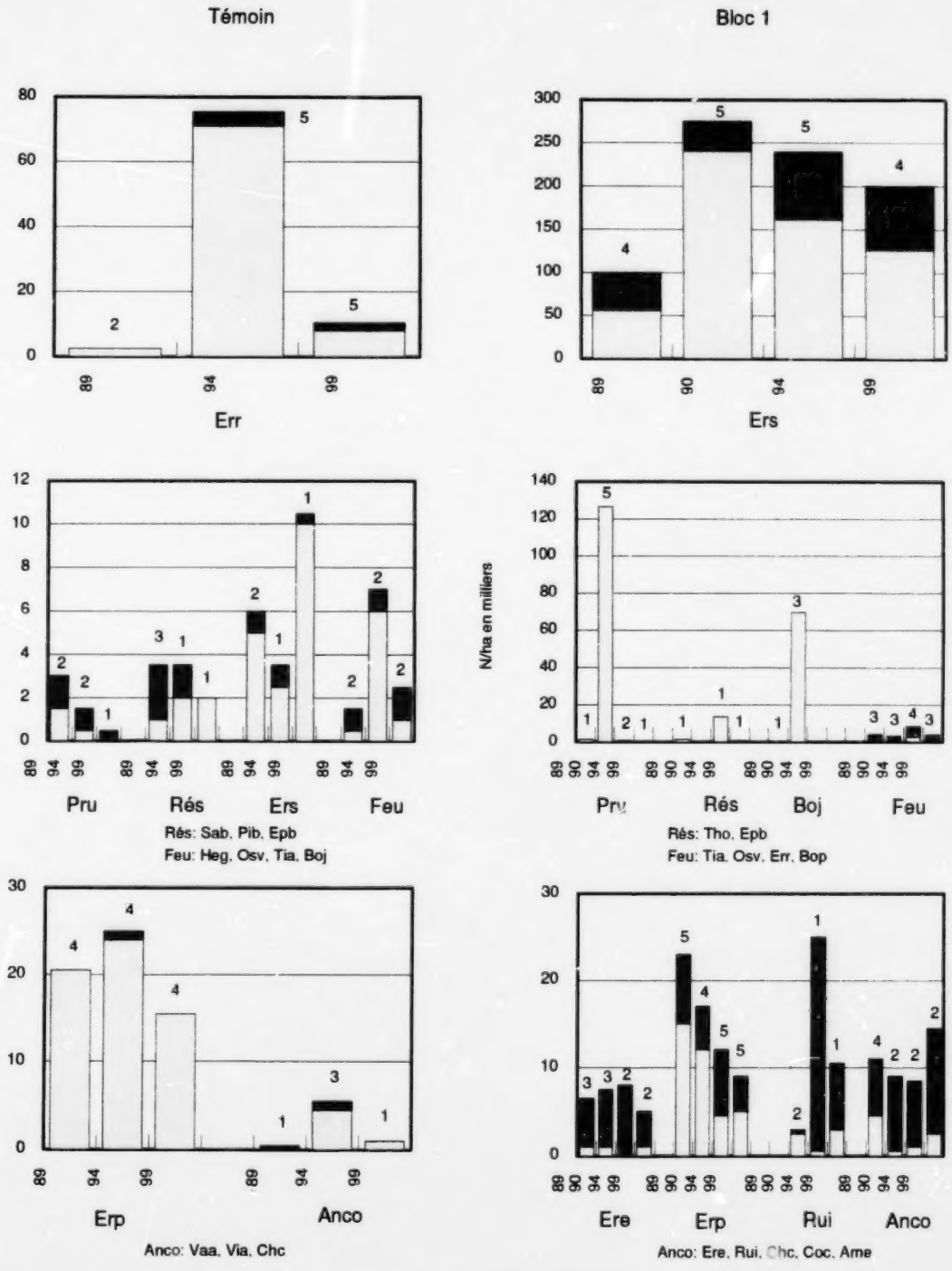

Figure 1. Nombre de semis par espèce et classe de hauteur selon les années de mesure dans le témoin et l'unité 1.

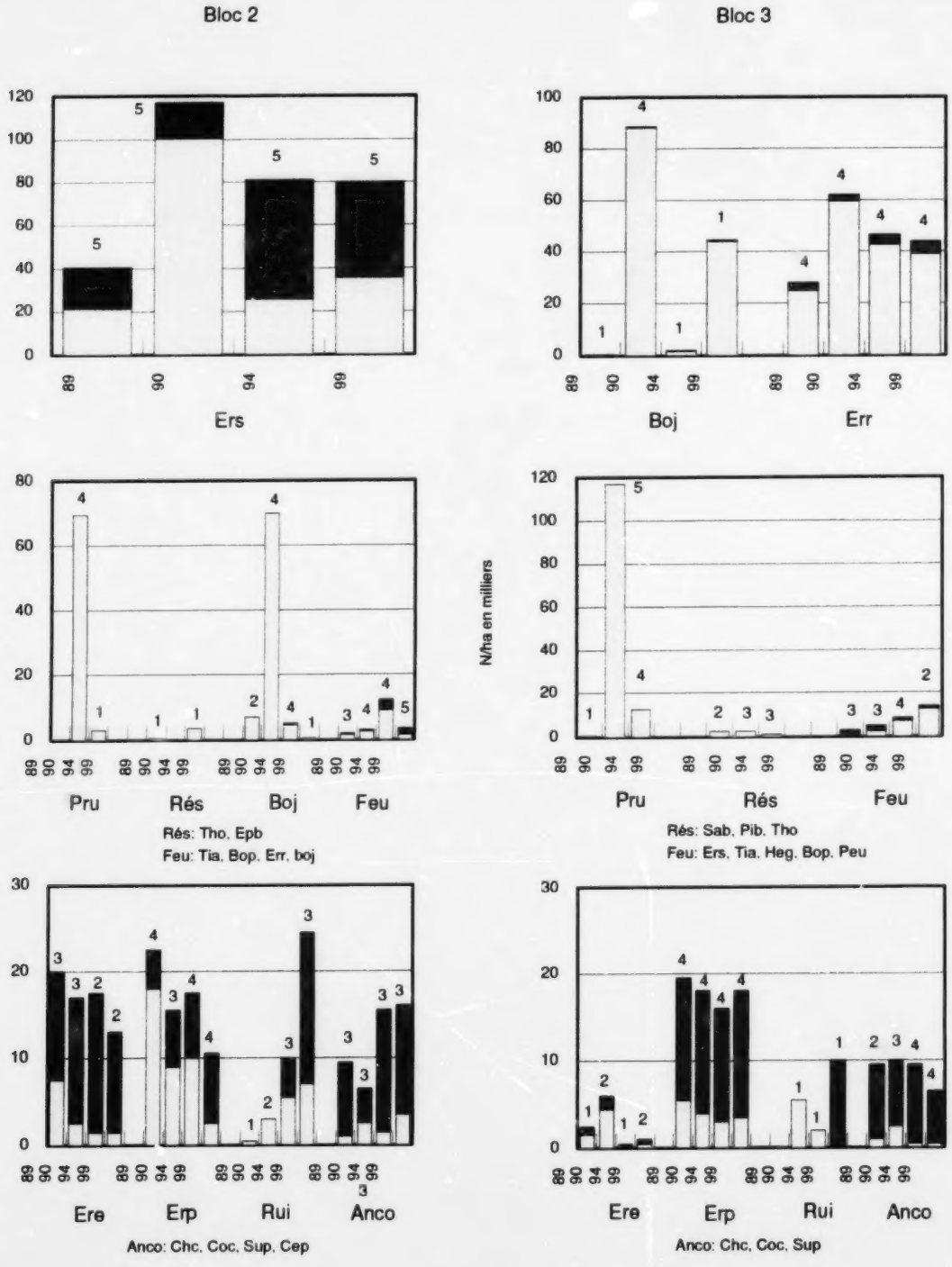

Figure 2. Nombre de semis par espèce et classe de hauteur selon les années de mesure dans les unités 2 et 3.

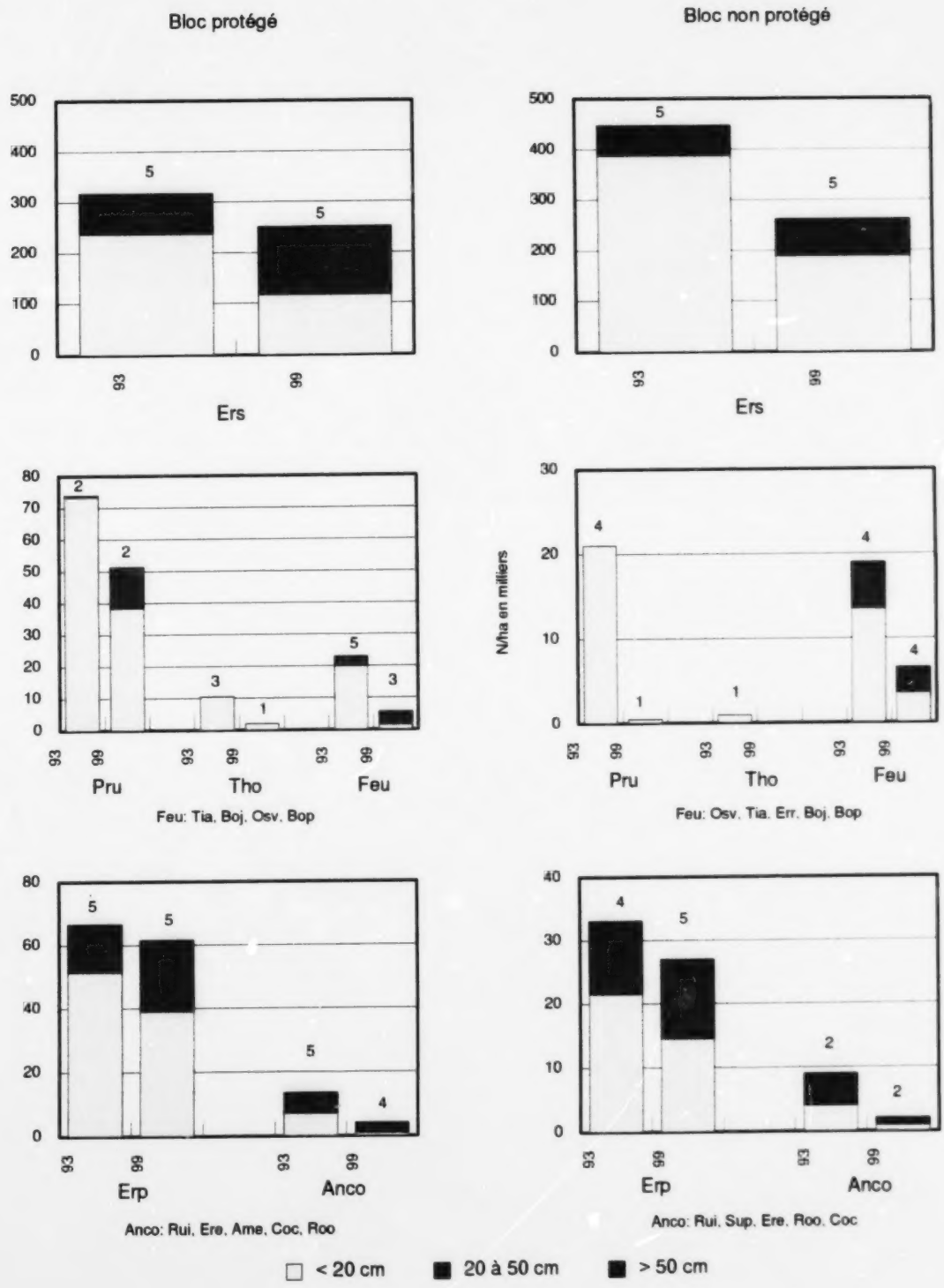

Figure 3. Nombre de semis par espèce et classe de hauteur selon les années de mesure dans l'unité protégée et dans l'unité non protégée.

identique. On peut cependant observer un plus grand nombre de semis dans l'unité protégée pour les classes supérieures à 20 cm de hauteur. Le thuya se retrouve en faible nombre dans les deux unités en 1993 et il est complètement disparu dans l'unité non protégée en 1999. Les autres feuillus ont subi une forte baisse et leur nombre atteint autour de 5 000 semis/ha en 1999 dans les deux unités. On note encore une fois une plus forte proportion de semis dans les classes supérieures à 20 cm dans l'unité protégée. L'érable de Pennsylvanie domine les espèces non commerciales dans les deux unités, mais il est beaucoup plus abondant dans l'unité protégée. Les autres espèces non commerciales ont fortement diminué dans les deux unités et sont en faible nombre en 1999. Ces résultats, bien qu'ils ne portent que sur une période de cinq ans, tendent à démontrer que la pruche peut se régénérer en l'absence du cerf de Virginie. On note également que le développement en hauteur des feuillus semble être favorisé dans l'unité protégée. De plus, les espèces non commerciales sont plus abondantes dans cette unité. Il faudra toutefois attendre encore quelques années pour mieux connaître le développement des semis de pruche et des autres espèces dans l'unité protégée comparativement à l'unité non protégée.

Conclusion

Les prucheraies du lac des Trente et Un Milles se sont développées sur des buttes à dépôt de surface mince et extrêmement pierreux, peu propice aux espèces feuillues plus exigeantes. Les conditions d'habitat défavorables et la forte densité des peuplements sont probablement responsables de l'accroissement lent des prucheraies, surtout si on les compare aux peuplements feuillus. La coupe de jardinage pratiquée dans trois unités a favorisé l'accroissement des tiges survivantes par rapport au témoin. Comme il y avait peu de gaules dans les prucheraies, l'entrée des recrues est minime et limitée par le broutage du cerf de Virginie. L'accroissement annuel brut est ainsi à peine supérieur à celui des tiges survivantes. La mortalité est causée principalement par les chablis et elle est variable entre les unités. Le taux d'accroissement annuel net est particulièrement faible dans la troisième unité où le chablis a renversé plusieurs grandes pruches. Si l'accroissement net se poursuit au même rythme, la surface terrière initiale avant le traitement sera reconstituée dans 25 et 30 ans respectivement dans les deux premières unités traitées et dans 60 ans dans le troisième.

Les ouvertures créées par la coupe ont favorisé la régénération de la pruche et du bouleau jaune, pratiquement absents avant le traitement. Dans les deux premieres unités traitées, où les semis d'érables à sucre étaient abondants avant la coupe, leur nombre a fortement augmenté après la coupe. Cinq ans plus tard, les semis de pruche et de bouleau jaune ont presque disparu. Comme la cause la plus plausible de cette disparition était le broutage par le cerf de Virginie, une surface a été protégée afin de comparer le développement des semis par rapport à l'unité adjacente non protégée. Cinq ans plus tard, quelques dizaines de milliers de pruches à l'hectare sont apparues dans l'unité protégée et surtout sur les troncs décomposés, accompagnées de semis vigoureux de feuillus commerciaux et non commerciaux. Dans l' unité non protégée, la pruche a pratiquement disparu et c'est l'érable à sucre qui domine. Ces résultats montrent que la pruche peut se régénérer et se développer quelques années après qu'une protection contre le broutage ait été installée. Cependant, des observations sur une période plus longue sont nécessaires pour étudier le développement de la pruche par rapport à ses compétiteurs feuillus très envahissants. Ces derniers ont un accroissement en hauteur plus rapide que celui de la pruche, ce qui peut nuire à son développement.

Comme nous l'avons mentionné, la pruche est une espèce difficile à régénérer. Son taux de germination est faible et les jeunes semis périssent fréquemment lorsque survient un manque d'humidité au contact de leurs racines. Conséquemment, des travaux ont démontré que la pruche se régénère mieux à la suite de coupes de faible intensité que de coupes rases (Hix et Barnes 1984, Anderson et Gordon 1994), ces dernières causant habituellement un stress hydrique par l'exposition de la surface du sol au soleil. Les semis de pruche se développent bien sur les troncs morts en décomposition qui conservent l'humidité (Frelich et Lorimer 1985, Majcen et Richard 1992a, Mladenoff et Stearns 1993, Corinth 1996). En l'absence du cerf, des coupes de jardinage par petites trouées en prenant soin de laisser des débris ligneux (troncs, branches) au sol devraient être envisagées pour régénérer les prucheraies dans des conditions de station semblables à celles du secteur étudié.

La question se pose sur les origines des prucheraies étudiées. Les deux hypothèses les plus plausibles sont : 1) que la population de cerf ait été beaucoup plus faible à cet endroit il y a 100 à 200 ans. Cette situation pourrait s'expliquer par une plus grande proportion de peuplements possédant des caractéristiques propices pour des abris hivernaux dans les environs du lac des Trente et Un Milles, ce qui aurait eu pour conséquence de diminuer la pression exercée par les cerfs sur les peuplements étudiés ; 2) qu'une perturbation naturelle, comme un chablis important du peuplement d'origine, ait favorisé, par la présence de troncs au sol, la régénération de la pruche. De plus, les ouvertures dans le couvert et la présence d'arbres au sol créés par cette perturbation ne rendaient plus le peuplement propice comme abri pour les cerfs. Cette possibilité peut s'appuyer par le fait que la majorité des pruches se sont régénérées au cours d'une période de 40 ans (Majcen et Richard, 1992a). Cependant, la forte population actuelle de cerfs au lac des Trente et Un Milles ainsi que les conditions spécifiques nécessaires à la régénération de la pruche rendent très difficile le renouvellement des prucheraies sans la gestion du cerf de Virginie. Selon Mladenoff et Stearns (1993), cette gestion suppose non seulement la gestion de la population mais également le maintien, à l'échelle du paysage, d'une mosaïque de peuplements résineux matures afin de conserver une biodiversité favorable à la réduction de la pression exercée par le cerf sur les prucheraies.

Remerciements

Les auteurs et leurs collaborateurs tiennent à remercier MM. Jean-Marie Binot, Michel Chalifoux et Yvon Richard pour leurs commentaire et critiques constructives du texte. Des remerciements s'adresse également à M. René Doucet pour le résumé en anglais, à Mme Nathalie Langlois pour la mise en forme du texte et à M. Fabien Caron pour la révision linguistique et l'édition de cette note.

Références

ANDERSON, R.C. et A.J. KATZ, 1993. *Recovery of browse-sensitive tree species following release from white-tailed deer* Odocoileus virginianus *Zimmerman browsing pressure*. Biol. Conserv. 63 (3) : 203-208.

ANDERSON, H.W. et A.G. GORDON, 1994. *The tolerant conifers : Eastern Hemlock and Red Spruce, their ecology and management*. OMNR et IRFO, Forest Research Information Paper No. 113. 114 p.

BROWN, J.-L., 1981. *Les forêts de Temiscamingue, Québec. Écologie et photointerprétation*. Lab. d'écol. for., Univ. Laval. Étude écologique n° 5. 447 p.

BURNS, R.M. et B.H. HONKALA, 1990. *Silvics of North America. Volume 1, Conifers*. USDA Forest Service, Washington. Agric. Handbook 654. 675 p.

COFFMAN, M.S., 1978. *Eastern hemlock germination influenced by light, germination media, and moisture content.* Mich. Bot. 17 : 99-103.

CORINTH, R. L. 1996. *Coarse woody debris and regeneration of eastern hemlock*. Dans : G. Mroz et J. Martin, éd. Hemlock ecology and management. Proc. Reg. Conf. Ecol. and Manag. E. Hem., Sept. 27-28, 1995. Iron Mountain, Mich. Dept. For., Sch. Nat. Resourc., Univ. Wis.-Madison : 193-194

FRELICH, L.E. et C.G. LORIMER, 1985. *Current and predicted long-term effects of deer browsing in hemlock forests in Michigan, USA*. Biol. Conserv. 34 : 99-120.

GRANDTNER, M.M., 1966. *La végétation forestière du Québec méridional*. Presses Univ. Laval, Québec. 216 p.

HIX, D.M. et B.V. BARNES, 1984. *Effects of clear cutting on the vegetation and soil of an eastern hemlock dominated ecosystem, western Upper Michigan*. Can. J. For. Res. 14 : 914-923.

HUOT, J., 1974. *Winter habitat of withe-tailed deer at Thirty-One Miles Lake, Québec*. Can. Field. Nat. 88 (3) : 293-301.

KITTREDGE, D.B. ET P.M.S. ASHTON, 1995. *Impact of deer browsing on regeneration in mixed stands in southern New England*. North. J. Appl. For. 12 (3) : 115-120.

KOTAR, J. 1996. *Relative importance and regeneration success of hemlock on different habitat types*. Dans : G. Mroz et J. Martin, éd. Hemlock ecology and management. Proc. Reg. Conf. Ecol. and Manag. E. Hem., Sept. 27-28, 1995. Iron Mountain, Mich. Dept. For., Sch. Nat. Resourc., Univ. Wis.-Madison : 91-97.

LANCASTER, K. F. 1985. *Managing eastern hemlock : a preliminary guide*. USDA For. Serv., NE Area State Priv. For., Broomall, PA. NA-FR-30.

MAJCEN, Z., 1995. *Accroissement et le régénération à la suite des couples de jardinage dans les groupements végétaux à dominance de pruche, de bouleau jaune, de chêne rouge, d'érable à sucre et de peuplier à grandes dents*. Gouv. du Québec, min. des Ressources naturelles, Dir. de la rech. for. Rap. interne n° 401. 58 p.

MAJCEN, Z., 1997. *Coupe de jardinage et coupe de succession dans trois secteurs forestiers : accroissement décennal en surface terrière*. Gouv. du Québec, min. des Ressources naturelles, Dir. de la rech.for. Mémoire de recherche forestière n° 129. 48 p.

MAJCEN, Z. et Y. RICHARD, 1992a. *Composition et structure des prucheraies dans cinq secteurs forestiers du Sud ouest québécois*. Gouv. du Québec, min. des Forêts, Dir. de la rech. Mémoire n° 107. 67 p.

MAJCEN, Z. et Y. RICHARD, 1992b. *Résultats après 5 ans d'un essai de coupe de jardinage dans une érablière*. Can. J. For. Res. 22 : 1623-1629.

MLADENOFF, D.J. et F. STEARN, 1993. *Eastern hemlock regeneration and deer browsing in the northern Great Lakes region : a re-examination and model simulation*. Conserv. Biol. 7(4) : 889-900.

PROGRAMME CLIMATOLOGIQUE CANADIEN, 1993. *Normale climatique au Canada 1961-1990. Québec*. Environnement Canada, Service de l'environnement atmosphérique. 157 p.

RUNKLE, J.R., 1990. *Eight years change in an old Tsuga canadenis woods affected by beech bark disease*. Bulletin of the Torrey, Botanical Club 117(4) : 409-419.

THIBAULT, M., 1985. *Les régions écologiques du Québec méridional. Deuxième approximation*. Min. de l'Énergie et des Ressources, Service de la cartographie et Service de la recherche. Carte au 1 : 1 250 000.

TYRRELL, L.E. et T.R. CROW, 1994. *Dynamics of dead wood in old-growth hemlock-hardwood forest of northern Wisconsin and northern Michigan*. Can. J. For. Res. 24 : 1672-1683.

ERRATA

p. 5 tableau 2, titre		lire **unité** au lieu de bloc
p. 9, 10, 11		les annees qui apparaissent sous l'axe des « x » sont décalees vers la gauche
p. 13, Remerciements,	l. 3	lire **commentaires**
	l. 4	lire **s'adressent**

2000-3093

ISBN 2-550-36259-4
Dépôt légal 2000
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada
© 2000 Gouvernement du Québec

Québec
Ministère des
Ressources naturelles